

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
DIRETOR: Prof. Dr. João Soares Veiga

**AValiação DO CONSUMO DE FORRAGENS E DETERMINAÇÃO  
DA EXCREÇÃO DE FEZES, EM ZEBU (*Bos indicus*), ATRA-  
VÉS DOS INDICADORES: ÓXIDO CRÔMICO E CROMOGÊNIOS \***

**USE FOR MARKER TECHNIQUE - CHROMIC OXIDE AND CHROMOGENS  
- FOR DETERMINING THE FECAL OUTPUT AND MEASUREMENT OF  
FEED INTAKE BY BRAHMAN CATTLE (*Bos indicus*).**

**Fernando Andreasi**  
Professor Associado

**Noé Masotti**  
Instrutor

**João Silva M. Veiga**  
Veterinário

**I N T R O D U Ç Ã O**

O progresso dos estudos sobre nutrição dos animais, em regime de pastoreio, tem sido limitado pelas dificuldades encontradas na obtenção de um método eficiente capaz de medir a ingestão de forragens.

O conhecimento do consumo não constitui problema sério quando os animais são mantidos em regime de estabulação e alimentados com quantidades determinadas de alimentos.

Porém, em pastoreio continuam a subsistir as dificuldades para a obtenção de amostras, realmente representativas da forragem ingerida e a determinação quantitativa das fezes excretadas.

No Brasil, onde a produção animal é quase totalmente explorada em regime extensivo, o desenvolvimento de um método capaz de resolver simultaneamente a determinação da digestibilidade e do consumo de forrageiras, em condições naturais de campo, traria grandes benefícios não somente para se estudar o valor nutritivo das

\* Apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária realizado em Belo Horizonte (julho de 1962).

nossas pastagens, como também para fornecer elemento auxiliar importante na identificação de fórmulas genéticas mais favoráveis, tendentes a aumentar a produção em nosso meio.

### PROBLEMAS INERENTES À DETERMINAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO E DO CONSUMO DE NUTRIENTES.

A medida de consumo dos alimentos é imprescindível para o desenvolvimento de investigações visando a solução de inúmeros problemas de nutrição animal.

O valor nutritivo das forragens, em condições de campo, tem sido difícil determinar, devido a vários fatores, dentre os quais destacam-se como os mais importantes:

a - o instinto seletivo dos animais, que procurando consumir, primeiramente, as forragens ricas em nutrientes e mais apetitosas, torna impraticável a colheita manual das forragens equivalentes às realmente ingeridas (COOK et al 1948 - CRAMPTON e JACOBSON 1941 - REID 1952 - GARRICUS e RUSK 1939);

b - a mudança progressiva na composição das forrageiras durante a fase de crescimento, no que diz respeito às suas características físicas, químicas e botânicas;

c - o problema da "amostragem" de fezes representativas da excreção total por unidade de tempo.

Na ausência de meios diretos para a determinação do valor nutritivo dos pastos, tentativas têm sido feitas no sentido de solucionar o problema, indiretamente.

Inicialmente, os métodos indiretos dos indicadores foram preconizados para estimar a digestibilidade dos nutrientes contidos

nos alimentos de composição conhecida.

Dadas as características apresentadas por alguns indicadores, principalmente o óxido crômico e os cromogênios, foi, o primeiro utilizado para medir as excreções de fezes, e o segundo para determinar a qualidade nutritiva das forragens consumidas pelos animais mais colocados em condições de pastoreio. (REID et al 1950).

O princípio do método dos indicadores exige como característica precípua que sejam completamente indigestíveis. As simples relações estabelecidas entre qualquer nutriente - matéria seca, proteína, extrato etéreo, carboidratos - e a concentração do indicador, quer no alimento ingerido, como nas fezes eliminadas, permitem o conhecimento da digestibilidade.

Todavia, persistiram as dificuldades inerentes à obtenção de amostras que fossem representativas das forragens realmente selecionadas e ingeridas pelos animais mantidos em circunstâncias de livre escolha. Para superar o problema fazia-se necessário preconizar um método que viesse dispensar a colheita de forragem. De fato, REID et al (1952), verificaram que existia estreita correlação entre os cromogênios das forragens e a concentração dos mesmos nas fezes. Dessa forma, puderam estabelecer uma equação de regressão cuja aplicação conduziu ao conhecimento da concentração do indicador nas forragens realmente consumidas, eliminando assim o problema de "amostragem" das mesmas.

Identificou-se assim um componente indispensável para a determinação da digestibilidade e posterior fator para o conhecimento da medida de consumo.

Todavia, a colheita total de fezes rejeitadas e conseguidas, ou através de bolsas, ou por via indireta, constitui outro

problema, não menos importante a ser considerado, para levar à de terminação do consumo de matéria seca em condições de campo.

O emprego de bôlsas coletoras apresenta vários inconvenientes, entre os quais:

- a - facilidade de se danificarem;
- b - modificam, de alguma sorte, o comportamento natural dos animais no campo;
- c - devido à mistura das fezes com a urina não se prestam aos ensaios nos quais são utilizadas fêmeas.

A preconização de um método indireto tendente a abolir o uso de bôlsas foi a meta a ser alcançada pelos pesquisadores.

Para tanto, SMITH e REID (1955), estabeleceram a relação entre a quantidade total do óxido crômico ingerido (g/dia) e a concentração do indicador nas fezes (em g / g M.S.). Assim, sabendo-se a dose de óxido crômico administrada e, por outro lado, o teor do mesmo indicador nas fezes, foi possível calcular a quantidade de expelida de fezes, por unidade de tempo.

Depreende-se, então, que o uso combinado de dois indicadores, de um lado o óxido crômico em quantidades conhecidas para medi r a excreção total das fezes e, de outro, os cromogênios que ocorrem naturalmente nas forragens - medindo o índice de digestibilidade - permite a avaliação de consumo dos animais mantidos em estabulação ou em condições de pastoreio (REID et al 1952).

Um método visando medir a ingestão de pastos já havia sido proposto por LANCASTER (1949) que, em ovinos, surpreendeu uma relação constante entre a quantidade de matéria orgânica consumida e o nitrogênio excretado pelas fezes. Este método elimina também a "amostragem" da forragem e apresenta ainda reduzido erro quando os experimentos envolvem forragens de baixa digestibilidade. Por razões não aparentes o método não teve grande divulgação.

O presente trabalho visa estudar a aplicabilidade dos métodos do óxido crômico e cromogênios, no sentido de medir no zebu Bos indicus, - a excreção de fezes e a ingestão de forragens, mantendo os animais em regime de estabulação. Objetivou-se, dessa sorte, verificar as possibilidades dos métodos, compará-los com o convencional e assim constituir-se experimento básico para ulterior aplicação em ensaios nos quais os animais seriam observados em condições de pastoreio exclusivo.

## MATERIAL E MÉTODO

Para esta investigação, que é um complemento ao estudo e laborado sobre a aplicabilidade dos métodos indicadores para a avaliação da digestibilidade em zebu - ANDREASI et al 1960-1962, - foram utilizados animais com alto grau de sangue Gir, machos apresentando idades variando entre 5 a 7 meses e pertencentes ao Instituto de Zootecnia e Indústrias Pecuárias "Fernando Costa", em Pirassununga (Estado de São Paulo), no recinto do qual desenvolveu-se a parte experimental.

Dessa forma, os dados referentes à ração utilizada e sua composição, colheita e constituição de amostras de fezes e outros detalhes são encontrados no citado trabalho.

**ADMINISTRAÇÃO DO INDICADOR** O óxido crômico servindo como meio de estabelecer o total de fezes eliminadas, era administrado diariamente, sob a forma de cápsulas de gelatina, em quantidade rigorosamente conhecida.

O período preliminar, no decorrer do qual os animais receberam o indicador, teve a duração de sete dias, findos os quais iniciou-se o chamado período de colheita cuja duração foi a mesma.

#### DOSE DIÁRIA DO INDICADOR

Baseados em estudos de HARDISON et al (1959), que observaram recuperação mais adequada e menor variabilidade quando o óxido crômico era utilizado em níveis mais reduzidos do que os comumente experimentados, [HARDISON e REID (1953) e SMITH e REID (1955) que utilizaram 10 g / dia; MURDOK et al (1957) e BLOOM et al (1957), que usaram 15 e 16 g / dia, respectivamente; PUTNAM et al (1958), empregaram doses de 20 g / dia e HARDISON et al (1959) que no experimento utilizaram 45 g,] optamos pela dose diária de  $\pm 3,2$  g.

#### ANÁLISE DAS FEZES E FORRAGEM

As fezes eram mantidas em refrigerador, a partir da colheita e as determinações dos cromogênios eram procedidas em material fresco, pelo método de REID et al (1950).

As estimativas do óxido crômico obtidas pelo método de SCHÜRCH et al (1950), foram executadas em material seco à estufa.

Para efeito de se conseguirem amostras representativas da forragem e concentrados, duas vezes ao dia colhiam-se porções dos mesmos, sendo que em um recipiente devidamente numerado, colocavam-se amostras da ração total (concentrados e volumosos) e, em recipientes separados, armazenavam-se amostras dos volumosos, isto é, de cana forrageira (*Saccharum officinarum*, L.) e capim Guatemala

(*Tripsacum laxum*, Nash).

## CONCENTRAÇÃO DOS INDICADORES NAS FEZES.

Na tabela I, estão  
contidos os valores  
referentes às concentrações de cromogênios e óxido crômico nas fezes e as quantidades diárias de óxido crômico administradas.

As concentrações dos cromogênios na ração total — concentra-  
dos mais volumosos — e as consignadas nos volumosos apenas, foram de  
21,8 e 29,9 unidades por grama de matéria seca, respectivamente.

## R E S U L T A D O S

Os valores relativos às excreções totais de fezes, por u-  
nidade de tempo, podem ser facilmente calculados segundo a fórmula  
de SMITH e REID (1955), a qual estabelece relação entre as quan-  
tidades de óxido crômico ingeridas por dia e as concentrações do  
mesmo indicador nas fezes, expressas em grama por grama de matéria  
seca. A fórmula pode ser assim apresentada:

$$\begin{array}{l} \text{M.T. (g/dia)} \\ \text{excretada nas fezes} \end{array} = \frac{\text{Óxido crômico ingerido (g/dia)}}{\text{conc. do óxido crômico nas fezes (g/g M.S.)}}$$

T A B E L A I  
CONCENTRAÇÕES DE CROMOGÊNICOS E ÓXIDO CRÔMICO  
NAS PEÇAS, DE AÇÃO COM O PERÍODO DE COQUELHA

Nº Animal	6 horas		12 horas		18 horas		TOTAL		Óxido Crômico ingerido (mg)
	Cromogênicos (1)	Óxido Crômico (2)	Cromogênicos (1)	Óxido Crômico (2)	Cromogênicos (1)	Óxido Crômico (2)	Cromogênicos (1)	Óxido Crômico (2)	
1	76,3	0,30	69,8	0,28	69,1	0,23	71,1	0,24	3,208
2	72,3	0,35	70,6	0,33	76,4	0,23	70,0	0,30	3,224
3	83,9	0,33	71,3	0,33	80,1	0,26	78,3	0,28	3,201
4	71,6	0,35	57,7	0,34	64,0	0,23	67,1	0,28	3,208
5	78,2	0,31	61,1	0,31	73,1	0,21	72,1	0,26	3,212
6	63,6	0,30	69,0	0,32	72,0	0,22	75,9	0,27	3,205
7	80,5	0,33	60,2	0,29	77,3	0,20	68,3	0,26	3,214
8	59,9	0,34	57,9	0,30	71,0	0,22	65,8	0,26	3,203
9	68,3	0,30	69,4	0,28	67,1	0,20	71,6	0,23	3,193
10	67,6	0,34	56,4	0,33	72,9	0,22	62,5	0,26	3,195

(1) Cromogênicos = unidades / g M.S.  
(2) Óxido crômico = por cento (sobre M.S.)



Na tabela II, constam os resultados referentes à matéria seca das fezes, calculados de acordo com a fórmula acima e segundo o período de colheita. Ao lado, figuram os dados obtidos pelo método convencional.

O teste t aplicado ao cotejo entre as médias obtidas nos diversos períodos de colheita e o valor médio (1080 g), auferido pelo método convencional, revelou que as diferenças encontradas são significantes ao nível de 1%, exceção feita à média correspondente à colheita das 12 horas, na qual a significância atingiu apenas o nível de 5%.

A média dos valores apurados nas excreções médias das 6 e 18 horas (tabela II, colunas 3 e 5) é igual à observada na colheita relativa ao total (tabela II, coluna 6).

Com o intuito de surpreendermos possíveis correlações entre algumas séries de valores constantes da tabela II, elegemos as estimativas concernentes às colheitas totais das 6 e 18 horas, sendo que estas duas últimas foram reunidas. Cada uma destas séries de valores (tabela II, colunas 6 e 8) foi correlacionada com os dados relativos ao método convencional. Convém advertir que neste último as fezes excretadas eram cuidadosamente pesadas e, em seguida, analisadas para a obtenção da matéria seca. Constituiu-se, dessa forma, ponto de referência para a avaliação do comportamento dos métodos indicadores.

Os coeficientes de correlação calculados, foram de + 0,75 para o confronto entre os dados estimados sobre a colheita total (tabela II, coluna 6) e o convencional de + 0,89 entre os níveis de matéria seca referentes às duas colheitas reunidas, isto é, das 6 e 18 horas (tabela II, coluna 8) e o convencional.

## T A B E L A II

MATÉRIA SÉCA DAS PEZES, EM GRAMAS, ESTIMADA SEGUNDO A  
FÓRMULA DE SMITH E REID (1955), EM FUNÇÃO DO PERÍODO DE COLHEITA.

Nº Animal	Convencional (g)	PERÍODOS DE COLHEITA (1)							
		6 h	12 h	18 h	Total	6 + 12 h	6 + 18 h	12+18 h	6+12 + 18 h
1	1104	1069	1146	1395	1337	1106	1234	1283	1188
2	990	921	997	1402	1075	948	1112	1151	1075
3	983	970	970	1231	1143	970	1104	1104	1032
4	984	916	943	1395	1146	943	1106	1146	1035
5	1089	1036	1036	1529	1235	1036	1235	1235	1147
6	1157	1068	1001	1457	1187	1034	1233	1187	1145
7	1143	974	1108	1607	1236	1037	1236	1339	1190
8	1123	942	1068	1456	1232	1001	1144	1232	1190
9	1196	1064	1140	1596	1389	1101	1277	1330	1228
10	1032	940	968	1452	1229	968	1141	1183	1065
$\bar{x}$	1080	990	1036	1452	1221	1014	1182	1219	1121
CV %	7,2	6,3	7,3	7,6	7,5	5,8	5,6	6,5	6,1

(1) Pezes estimadas (SMITH e REID, 1955)

Os valores do teste  $t$  aplicado às correlações acima, mostraram-se altamente significantes.

Diante disso, calculamos as equações de regressão mais adequadas visando a correção dos valores estimados para posterior comparação com os realmente encontrados (convencional).

Para a primeira correlação entre os dados obtidos pelo método convencional (tabela II, coluna 2) e os achados através da fórmula de SMITH e REID (1955) e relativos à colheita total (tabela II, coluna 6), a equação encontrada foi a que se segue:

$$Y = 302,0521 + 0,6371 X \quad \text{onde}$$

Y = quantidade corrigida de matéria seca excretada, em gramas, e

X = valor (g M. S.) obtido pela fórmula de SMITH e REID (1955).

No mesmo sentido, procedeu-se ao cálculo da equação de regressão entre a matéria seca das fezes estimadas, após reunir as médias das concentrações de óxido crômico relativas às colheitas das 6 e 18 horas (tabela II, colunas 3 e 5) e o método convencional. A equação que melhor se ajustou aos dados foi a seguinte:

$$Y = -150,2457 + 1,0408 X \quad \text{onde}$$

Y = excreção corrigida de matéria seca (em gramas) e

X = valor (g M. S.) estimado pela fórmula de SMITH e REID (1955).

Na tabela III estão registrados os valores estimados

## T A B E L A I I I

DADOS ORIGINAIS E CORRIGIDOS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO E REFERENTES À  
EXCREÇÃO DE MATÉRIA SECA, AO LADO DOS OBTIDOS PELO MÉTODO CONVENCIONAL.

Nº DO ANIMAL	CONVENCIONAL (g)	PERÍODO DE COLHEITA TOTAL (1)		PERÍODO DE COLHEITA (6 + 18 h) (2)	
		Originais (g)	Corrigidos (g)	Originais (g)	Corrigidos (g)
1	1104	1337	1154	1234	1134
2	990	1075	987	1112	1007
3	983	1145	1030	1104	999
4	984	1146	1030	1106	1001
5	1089	1235	1089	1235	1135
6	1157	1127	1058	1233	1133
7	1143	1236	1089	1236	1136
8	1123	1232	1087	1144	1040
9	1196	1389	1187	1277	1179
10	1032	1229	1085	1141	1037
$\bar{X}$	1080	1221	1080	1182	1080
C.V. %	7,2	7,5	5,5	5,6	6,4

$$(1) \quad Y = 302,0521 + 0,6371 X$$

$$(2) \quad Y = -150,2457 + 1,0408 X$$

(fórmula de SMITH e REID, 1955) e os dados correspondentes obtidos através da aplicação das equações da página 165.

A não significância observada entre os valores corrigidos (tabela III, colunas 4 e 6) e os constantes da coluna 2 - convencional - demonstra que as equações de regressão calculadas reproduzem, satisfatoriamente, os níveis de excreção realmente encontrados.

Contornado o problema concernente à obtenção quantitativa de fezes, é possível agora chegar à determinação do consumo de matéria seca ingerida, através da aplicação da fórmula de REID et al (1950):

$$\text{M. S. (g / dia) consumida} = \frac{\begin{array}{l} \text{(Unidades de cromogênios / g M.S.} \\ \text{das fezes) X (g M. S. nas fezes/dia)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Unidades de cromogênios} \\ \text{/ g M. S. na forragem} \end{array}}$$

A medida de consumo poderá então ser conhecida, utilizando-se as cifras consignadas na tabela I (coluna 8) e os valores corrigidos, constantes da tabela III (coluna 4), que correspondem à colheita total de fezes.

A tabela IV apresenta os resultados obtidos, ao lado da ingestão de matéria seca realmente verificada (convencional).

A comparação estabelecida - teste t de Student - entre os dados da tabela IV (colunas 6 e 7), revelou que as diferenças ocorridas devem ser atribuídas legitimamente ao acaso.

Por outro lado, os teores médios de cromogênios, relativos às colheitas reunidas das 6 e 18 horas - média das concentrações de cromogênios constantes da tabela I (colunas 2 e 6) - e a matéria seca exibida na tabela III (coluna 6), conduziram aos resultados vistos na tabela V (coluna 6).

T A B E L A I V

MATÉRIA SECA INGERIDA SEGUNDO FÓRMULA DE REID et al (1950), OBTIDA  
ATRAVÉS DOS DADOS DA COLHEITA TOTAL E COMPARADA À REALMENTE CONSUMIDA.

Nº do Animal	Unidades cromogênicos (1)	M. S. nas fezes /dia (g) (2)	Unidades cromogênicos / dia (3)	Unidades cromogênicos / g de forragem	M. S. consumida estimada (g)	M. S. realmente consumida (g)
1	71,1	1154	82045	29,9	2744	2546
2	70,0	987	69090	29,9	2311	2546
3	78,3	1030	80649	29,9	2697	2546
4	67,1	1030	69113	29,9	2311	2546
5	72,1	1089	78517	29,9	2626	2546
6	75,9	1058	80302	29,9	2586	2546
7	58,3	1089	74379	29,9	2487	2546
8	65,8	1087	71525	29,9	2392	2546
9	71,6	1187	84989	29,9	2842	2546
10	62,5	1085	67312	29,9	2268	2546
$\bar{X}$	-	1080	-	-	2536	2546
C.V%	-	5,5	-	-	8,2	-

- (1) Unidades de cromogênios / g M.S. de fezes (colheita total)  
(2) M.S. nas fezes (dados corrigidos)  
(3) Total de cromogênios expelido (unidades / dia).

T A B E L A V

MATÉRIA SECA CONSUMIDA - ESTIMADA CONSOANTE FÓRMULA DE REID et al ( 1950 ),  
RELATIVA ÀS COLHEITAS DAS 6+18 HORAS - E COMPARADA À DIGESTÃO REALMENTE VERIFICADA.

Nº do Animal	Unidades cromogénios (1)	M. S. nas fezes (g) (2)	Unidades cromogénios / dia (3)	Unidades cromogénios / g de forragem	M. S. consumida estimada (g)	M. S. realmente consumida (g)
1	72,7	1134	82.442	29,9	2757	2546
2	74,3	1007	74.820	29,9	2502	2546
3	82,0	999	81.918	29,9	2740	2546
4	67,8	1001	67.868	29,9	2270	2546
5	75,6	1135	85.806	29,9	2870	2546
6	67,8	1133	76.817	29,9	2569	2546
7	78,9	1136	89.630	29,9	2998	2546
8	65,4	1040	68.016	29,9	2275	2546
9	67,7	1179	79.815	29,9	2669	2546
10	70,2	1037	72.797	29,9	2435	2546
$\bar{X}$	-	1080	-	-	2608	2546
C.V%	-	6,4	-	-	9,3	-

- (1) Unidades cromogénios / g M.S. de fezes (colheitas das 6 + 18 h)  
(2) M.S. nas fezes (dados corrigidos)  
(3) Total de cromogénios expelido (unidades / dia)

O teste t de Student, indicado para o confronto dos dados da tabela V (colunas 6 e 7), evidenciou que as médias não diferiram significativamente.

De outra parte, os mesmos cálculos elaborados a partir dos valores reais, obtidos pelo método convencional (tabela II, coluna 2) e às concentrações de cromogênios da colheita total (tabela I, coluna 8) ou às médias desse indicador referentes às colheitas das 6 e 18 horas (tabela V, coluna 2), levaram à confirmação da não significância entre médias relativas à matéria seca estimada e a realmente consumida.

Um processo alternativo para obter-se o peso de matéria seca consumida por unidade de tempo, exige o conhecimento da digestibilidade da matéria seca. REID et al (1952) estabeleceram a relação entre a quantidade total de matéria seca das fezes e a indigestibilidade desse mesmo nutriente na forragem.

Na tabela VI, figuram os dados essenciais para a determinação da matéria seca consumida, relativos à excreção total, corrigidos (tabela III, coluna 4) e os coeficientes de digestibilidade obtidos pelo método dos cromogênios no período de colheita total constantes da tabela X em trabalho já publicado (ANDREASI et al 1960 - 1962).

As diferenças assinaladas entre as médias referentes à matéria seca ingerida e a encontrada, foram julgadas não significantes.

---



## T A B E L A V I

INGESTÃO DE MATÉRIA SÊCA, OBTIDA ATRAVÉS DA FÓRMULA DE REID et al (1952) E BASEADA  
NA RELAÇÃO ENTRE FEZES ESTIMADAS E INDIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SÊCA.

Nº do Animal	M. S. excretada		Método Cromogênicos		Matéria Sêca consumida	
	Originais (g)	Corrigidos (g)	Digest. (%)	Indigest. (%)	Estimada (1) (g)	Encontrada (g)
1	1337	1154	57,9	42,1	2741	2546
2	1075	987	57,3	42,7	2311	2546
3	1143	1030	61,8	38,2	2696	2546
4	1146	1030	55,4	44,6	2309	2546
5	1235	1089	58,5	41,5	2624	2546
6	1187	1058	60,6	39,4	2685	2546
7	1236	1089	56,2	43,8	2486	2546
8	1232	1087	54,6	45,4	2394	2546
9	1389	1187	58,2	41,8	2840	2546
10	1229	1085	52,2	47,8	2270	2546
$\bar{X}$	1221	1030	57,3	-	2536	2546
C.V.	7,5	5,5	4,9	-	2,6	-

(1) M.S. (g / dia) = M.S. das fezes (g / dia) / indigestibilidade da matéria sêca expressa em percentagem fracionária (REID et al (1952) ).

## D I S C U S S Ã O

O presente trabalho, cuja parte experimental foi realizada mantendo os animais em estabulação, objetivou investigar o comportamento resultante da combinação de dois indicadores - óxido crômico e cromogênios - para a avaliação da excreção quantitativa de fezes e da matéria seca consumida.

Representa assim um primeiro passo para futuras investigações no sentido de se averiguar o valor dos métodos que proporcionariam meios para a realização de estudos de ordem qualitativa e de consumo das forrageiras, ao serem os animais submetidos a regime exclusivo de campo.

## MEDIDAS DE EXCREÇÃO

Para a determinação do consumo, entretanto, necessário se torna o conhecimento da quantidade total de matéria seca das fezes. A administração de um indicador externo - óxido crômico - em doses conhecidas, diárias, e a análise subsequente visando estabelecer-se a concentração do mesmo nas fezes permitem, como vimos, determinar a eliminação total de matéria seca por unidade de tempo.

A simples inspeção dos dados da tabela II, revela que a fórmula de SMITH e REID (1955), aplicada aos valores do presente trabalho, apresentou níveis médios referentes à excreção, acima da média consignada pelo método convencional (coluna 2), exceções feitas aos períodos de colheita das 6 - 12 e 6 + 12 horas (colunas 3, 4 e 7).

Os valores mais elevados, observados nas colunas 5, 6, 8, 9 e 10 da tabela II, comparados ao convencional, poderiam ser justificados se nos reportarmos às concentrações médias de óxido crômico encontradas nos diferentes períodos de colheita.

A tabela VII mostra as variações dos níveis do indicador, sua recuperação percentual e os pesos médios de matéria seca das fezes, calculados em função do período de colheita.

## T A B E L A V I I

TEORES MÉDIOS E RECUPERAÇÃO DO ÓXIDO CRÔMICO, EM PORCENTAGEM, E MATÉRIA SECA EXCRETADA (MÉDIA, EM GRAMAS)

Período da Colheita	Óxido Crômico médio (%)	Recuperação (%) (1)	M.S. excretada (calculada) (g) (2)
6 horas	0,32	109,1	990
12 horas	0,31	104,3	1036
18 horas	0,22	74,5	1452
TOTAL	0,26	88,6	1221
6 + 12 horas	0,32	106,4	1014
6 + 18 horas	0,27	-	1182
12 + 18 horas	0,26	-	1219
6+12+18 horas	0,29	96,3	1121
Convencional	-	-	1080

- (1) Dados oriundos de trabalho anterior (ANDREASI et al 1960-1962).  
 (2) Médias constantes da tabela II calculadas segundo fórmula de SMITH e REID (1955)

Vemos que os níveis de excreção de matéria seca variaram em razão inversa às recuperações percentuais do indicador.

Portanto, a concentração ideal de óxido crômico para trazer a excreção esperada - 1080 g - auferida pelo método convencional, deveria oscilar ao redor de 0,297%, consoante comentários feitos à propósito por ANDREASI et al (1960 - 1962), em trabalho publicado.

A literatura registra que o emprego do óxido crômico para medir a excreção fecal tem dado resultados excelentes (BRANNON et al, 1954), (COUP, 1950), (HARDISON e REID, 1953), (KANE et al, 1953), (LANCASTER et al, 1953), (SMITH e REID, 1955).

Entretanto os autores citados trabalharam com animais de origem européia e usaram doses diversas e mais elevadas do indicador. Capacidades diversas do trato digestivo dos animais empregados na presente investigação e conseqüentes variações das áreas de contacto, com reflexos na eliminação do indicador, possivelmente, explicariam as excreções médias que, com algumas exceções, foram mais pronunciadas em relação ao convencional (tabela II). Por outro lado, a reduzida dose aqui utilizada, ou seja, de + 3,2 g de óxido crômico diário, exigiria, teoricamente, observar período preliminar mais longo do que o observado - 7 dias - neste experimento. Entretanto, em estudo anterior, ANDREASI et al (1960 - 1962) sugerem a duração de 5 ou 6 dias para este período, uma vez que o "plateau" de eliminação do óxido crômico se inaugurou naquela altura. O comprimento reduzido do intestino do zebu, em relação ao *Bos taurus*, também poderia explicar a mais rápida eliminação do indicador. HARDISON et al (1959), adotando o nível de 3 g / dia e período preliminar de apenas três dias, obtiveram recuperações de

96 - 99 e 100% para as colheitas das 12, 18 e 24 horas, respectivamente. A recuperação consignada neste trabalho para a colheita total, atingiu apenas 88,6% (tabela VII).

Todavia, desde que fôra verificada correlação altamente significativa entre os valores apurados pelo método convencional e os estimados - fórmula de SMITH e REID (1955) - estes últimos poderão ser corrigidos (tabela III, colunas 4 e 6), através das equações de regressão constantes no rodapé da tabela III. Aliás, HARDISON et al (1953), LANCASTER et al (1953) BRANNON et al (1954) e SMITH e REID (1955), demonstraram que as colheitas combinadas das 6 + 16 horas, durante períodos de cinco ou mais dias, proporcionaram amostras cujos teores em óxido crômico permitiram avaliações quantitativas rigorosas das fezes rejeitadas. Por sua vez, HARDISON et al (1959) ao estimarem as excreções de matéria seca, a partir dos teores de óxido crômico relativos às colheitas reunidas das 6 e 18 horas, encontraram erro da ordem de 12% em cotejo com os valores teóricos.

#### MEDIDAS DE CONSUMO

Solucionado o problema da avaliação quantitativa das fezes, persistia outro não menos importante e que diz respeito à colheita de amostras representativas e equivalentes das forragens realmente ingeridas, visando a obtenção da digestibilidade das mesmas, mantendo os animais em condições de pastoreio.

Diversos autores [RAYMOND (1949), WOOLFOLK (1950) cit. REID (1952), LANCASTER (1949), REID et al (1950-1952)], observando que certas características das fezes poderiam refletir a verdadeira natureza da forragem consumida, empregaram - nas como

constituintes fundamentais para o conhecimento da digestibilidade.

O problema da "amostragem" das pastagens se apresentava quase insuperável, devido como já foi assinalado, ao pronunciado instinto seletivo evidenciado pelos animais.

Entretanto, uma relação curvilínea foi surpreendida por REID et al (1952), confirmada por SMITH e REID (1955), entre o conteúdo de cromogênios da forragem consumida e a concentração do mesmo indicador nas fezes.

Desta relação, a digestibilidade da matéria seca da forragem é determinada.

Dado que o teor de cromogênios encontrado nas fezes no presente experimento mostrou-se bastante baixo, refletindo nível reduzido do indicador nas forragens, a equação de regressão apresentada por REID et al (1952) e aplicada aos nossos dados, assinalou discrepâncias sensíveis. A média encontrada para as forragens foi de 17,8 unidades por grama de matéria seca usando a equação:

$$Y = 0,0925 X + 137,3 \log X - 242,12 \text{ na qual}$$

Y = unidades cromogênios / g M. S. de forragem e

X = unidades cromogênios / g M. S. de fezes [REID et al (1952)].

Face a esta dificuldade ocorreu-nos verificar se o valor das unidades de cromogênios por nós adotado era equivalente ao observado por REID et al (1952).

Adotando rigorosamente a técnica descrita por REID et al (1952) e comparando as curvas obtidas por uma solução de cromato de potássio e de extrato concentrado de forragem - utilizando

espectrofotômetro Coleman Universal, modelo 14 - chegamos a formular a seguinte equação:

$$Y = 54,99 - 26,92 \log X \quad \text{onde}$$

Y = concentração de cromogênios das forragens (expressa em unidades por 100 ml de extrato) e

X = por cento de luz transmitida.

Detalhes sobre a técnica observada estão contidos em trabalho anterior [ANDREASI et al (1960 - 1962)].

Aplicando esta equação aos extratos de forragens colhidas no decurso do experimento, registramos as médias de 21,8 unidades / g M. S. para a ração total e de 29,9 unidades / g M. S. para as duas forragens empregadas.

REID et al (1952), advertem ainda que os maiores erros são cometidos nos extratos que encerram concentrações extremas de cromogênios por grama de matéria seca.

Visto que os níveis de cromogênios nos concentrados são insignificantes e que poderiam constituir fonte de erro, os cálculos constantes das tabelas IV e V (coluna 6), decorrentes da aplicação da fórmula de REID et al (1950), foram baseadas no valor médio de 29,9 unidades por grama de forragem.

As tabelas IV e V (coluna 6) revelam não só os resultados referentes à matéria seca estimada, tendo para tanto sido utilizada a concentração de cromogênios das forragens verdes - 29,9 unidades - como também a média concernente à matéria seca teórica, isto é, a quantidade realmente consumida (tabela IV e V, coluna 7).

As diferenças observadas entre as duas séries de valores (tabelas IV e V, colunas, 6 e 7), foram consideradas não significantes, estatisticamente.

Deve ser ressaltado mais uma vez que os dados concernentes à excreção da matéria sêca, correspondem às colheitas total e das 6 + 18 horas reunidas, após as correções contidas na tabela III.

Todavia, se empregarmos os resultados relativos às excreções totais, médias das colheitas de 7 dias apurados pelo método convencional, os quais traduzem os níveis teóricos de eliminação, iráamos encontrar os dados fornecidos pela tabela VIII, ao adotar-se a mesma fórmula de REID et al (1950).

O cotejo dos dados constantes das colunas 6 e 7 da tabela VIII, demonstrou que as diferenças existentes, estatísticamente, não foram significantes.

Entretanto, se adotarmos a concentração de 21,8 unidades de cromogênios / g M. S. encontrada na ração total, isto é, na mistura de forragens verdes e concentrados, claramente a estimativa de consumo elevar-se-ia consideravelmente, ou seja, ao nível médio de 3483 g de matéria sêca.

Por outro lado, a fórmula de REID et al (1952),

$$Y = 57,39 - 28,74 X \quad \text{onde}$$

Y = unidades de cromogênios por 100 ml de extrato

X = log do por cento de luz transmitida,

não se ajustou perfeitamente aos nossos dados, pois apresentou



T A B E L A   V I I I

MEDIDA DE CONSUMO DA MATÉRIA SECA - SEGUNDO FÓRMULA DE REID *et al* (1950)  
OBTIDA ATRAVÉS DO MÉTODO CONVENCIONAL E COMPARADA À INGESTÃO REAL.

Nº do Animal	Unidades cromogénios (1)	M. S. fezes / dia (g) (2)	Unidades cromogénios / dia (3)	Unidades cromogénios / g de forragem	M. S. consumida (estimada) (g)	M. S. consumida (real) (g)
1	71,1	1104	78.434	29,9	2625	2546
2	70,0	990	69.300	29,9	2318	2546
3	78,3	983	76.696	29,9	2574	2546
4	67,1	984	66.026	29,9	2208	2546
5	72,1	1089	78.517	29,9	2626	2546
6	75,9	1157	87.816	29,9	2937	2546
7	68,3	1143	78.067	29,9	2611	2546
8	65,8	1123	73.893	29,9	2472	2546
9	71,6	1196	85.634	29,9	2864	2546
10	62,5	1032	64.500	29,9	2157	2546
$\bar{X}$	-	1080	-	-	2539	2546

- (1) Unidades cromogénios / g M.S. das fezes  
(2) M.S. das fezes (referente à colheita de 7 dias)  
(3) Total de cromogénios expelido (unidades / dia)

concentração de 18,5 unidades / g matéria sêca na ração de mistu  
ra e 20,7 unidades de cromogênios / g M. S. para os volumosos ver  
des.

Parece-nos assim que a advertência de REID et al (1952) de que ou a adição de concentrados aos volumosos ou as concentrações extremas dos cromogênios constituem sérias causas de êrro, ao se adotar a curva do cromato de potássio, confirmou-se no presente estudo, máxime se considerarmos os baixos níveis do indicador en  
contrados nas forragens - 29,9 unidades - e os reduzidos teo  
res médios do indicador nas fezes - 72,2 unidades - fôssem trans  
portados para o gráfico constante do trabalho de REID et al (1952), verificaríamos que ambos os valores ficariam situados fora do alcan  
ce da curva traçada.

Diante dessa dificuldade, afigurou-nos lícito utilizar a média relativa aos cromogênios consignada sòmente nos volumosos ver  
des, a qual proporcionou elemento mais rigoroso para ulterior ava  
liação da mistura consumida pelos animais.

Para corroborar o acêrto dessa média - 29,9 unidades / g M. S. - encontrada nos volumosos, poderíamos recorrer às provas de recuperação dos cromogênios, apresentadas em trabalho precedente  
[ ANDREASI et al (1960 - 1962) ] as quais, baseadas nas excreções  
totais (7 dias), indicaram 99,7% de recuperação ao utilizar-se a média de 29,9 unidades / g M. S. Por outro lado, se empregarmos a média correspondente à mistura total - 21,8 unidades / g M. S. - a recuperação atingirá o nível de 136,8%.

Um método alternativo para se avaliar consumo, proposto por REID et al (1952), estabelece relação entre a matéria sêca  
excretada e a indigestibilidade do mesmo nutriente. A tabela VI

(coluna 2), mostra os valores originais calculados, segundo a fórmula de SMITH e REID (1955), ao lado dos dados já corrigidos (coluna 3) e obtidos de acordo com a equação:

$$Y = 302,0521 + 0,6371 X \text{ (tabela III, rodapé);}$$

por último, na mesma tabela VI figuram os coeficientes de digestibilidade e de indigestibilidade (colunas 4 e 5), valores estes sobre os quais foi baseado o cálculo para a obtenção dos níveis referentes ao consumo, consignados na tabela VI (coluna 6).

O confronto efetuado entre as quantidades estimadas (tabela VI, coluna 6) e as teóricas (coluna 7) revelou diferenças tidas como não significantes.

Os métodos indicadores, parece, assim, abrir novos horizontes no campo da nutrição animal, fornecendo aos investigadores meios para solucionar problemas de várias índoles que interessam à produção.

Em trabalho futuro, tencionamos estudar o consumo de forragens no campo, adotando a combinação dos dois indicadores - óxido crômico e cromogênios - para aferir os métodos, sua aplicabilidade e investigar, ulteriormente, diferenças prováveis no que respeita ao aproveitamento e consumo de forragens entre o zebu e o gado europeu.

## C O N C L U S Õ E S

Diante dos resultados auferidos neste trabalho, no qual

foi estudada, em zebu, a aplicabilidade dos métodos indicadores - óxido crômico e oromogênios - para medir a excreção de fezes e o consumo de ração, parece-nos lícito concluir:

1. que a fórmula de SMITH e REID (1955), proposta para avaliar as excreções de matéria seca, quando aplicada às concentrações de óxido crômico, atribuídas à colheita total - 7 dias - apresentou valores discrepantes ao serem estes confrontados com os obtidos pelo método convencional;
2. a mesma fórmula aplicada aos teores do mesmo indicador e referentes às colheitas das 6, 12 e 18 horas não reproduziu, da mesma sorte, os valores tidos como teóricos, assinalados pelo método convencional;
3. houve correlação estreita, altamente significativa -  $+ 0,75$  - entre os valores estimados, consoante fórmula de SMITH e REID (1955) e os níveis de excreção proporcionados pelo método convencional; por outro lado, o coeficiente de correlação de  $+ 0,89$  foi surpreendido entre os valores médios apurados nas colheitas das 6 + 18 horas e o mesmo método convencional;
4. ante os resultados anotados no presente trabalho, as equações de regressão, visando a correção dos dados proporcionados pela fórmula de SMITH e REID (1955), são as que se seguem:
  - a - para a correção das excreções consignada na colheita total:

$$Y = 302,0521 + 0,6371 X ;$$

b - para os valores médios relativos às colheitas das 6 + 18 horas;

$$Y = -150,2457 + 1,0408 X \quad \text{onde}$$

Y = eliminação total de matéria seca corrigida, em gramas, e

X = valor estimado pela fórmula de SMITH e REID (1955);

5. para o espectrofotômetro empregado neste trabalho - Coleman Universal, modelo 14 - a equação de regressão calculada para a determinação das unidades de cromogênios das forragens foi a seguinte:

$$Y = 54,99 - 26,92 \log X, \quad \text{onde}$$

Y = concentração de cromogênios (expressa em unidades por 100 ml de extrato)

X = por cento de luz transmitida;

6. os resultados consignados na presente investigação sugerem que a concentração de cromogênios na ração total sofreu grande influência pela introdução de concentrados à mesma. Dessa forma parecia que valores mais fidedignos serão obtidos se a concentração do indicador for determinada apenas nas forragens verdes;

7. após as correções dos valores relativos à matéria seca das fezes e correspondentes às colheitas total (7 dias) e das 6 + 18 horas, foi possível determinar o consumo de ração, empregando as fórmulas sugeridas por REID et al (1950 - 1952);

8. a dose de  $\pm 3,2$  g de óxido crômico administrada, diariamente, sob a forma de cápsulas, proporcionou níveis de excreções cuja

variabilidade entre animais não atingiu 8%.

## S U M M A R Y

An experiment was conducted in order to study the applicability of marker techniques - chromic oxide and chromogens - for the purpose of determining the fecal output and measurement of feed intake by Brahman cattle (*Bos indicus*).

The chromic oxide was administered once daily in gelatine capsules. Fecal samples were taken at 6 A.M., noon and 6 P.M. and were totally collected during days, as well.

Chromogens expressed in units per gram of roughages or feces (dry basis) and chromium oxide per cent of fecal dry matter, were determined on all the samples.

The chromic oxide concentration of feces taken at 6 A.M., noon, 6 P.M. and bulked on seven consecutive days, as well as the mixed feces representing the total amount voided during 7 days period provided no accurate estimates of the total fecal output when the SMITH and REID ('55) equation was applied.

The coefficients of correlation between the fecal output values determined conventionally and the estimates secured according SMITH and REID ('55) equation, were + 0.75 and + 0.89 for the total collection and the pooled 6 A.M. and 6 P.M. collection, respectively. Then, after using the SMITH and REID ('55) equation, were proposed two other regression equations in order to correct the values and to obtain accurate estimates of the total fecal output in Brahman cattle.

After correcting the total fecal excretion values it was possible to compute accurate levels of the dry matter intake employing the REID et al ('50 - '52) equations.

The modified procedure suggested by REID et al ('52) for calibrating the method of measuring the chromogens concentration, in the roughages, presented, for the Coleman Universal, model 14, the equation as follows:

$$Y = 54.99 - 26.92 \log X, \text{ where:}$$

Y = concentration of chromogens in the roughages, expressed in units per 100 ml of extract,

X = per cent of transmitted light.

In relation with the excretion pattern of feces, as small as  $\pm 3.2$  g of chromic oxide administered daily, in capsule form showed reduced variation - 8% - among animals.

The data suggested also that since the concentrate feeds contain very small quantities of chromogen absorbing light at 405 m $\mu$ , large error was encountered when the chromogen content was determined on the whole ration. Then, more accurate results may be obtained if the chromogens are determined only on the roughage.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREASI, F. - MASOTTI, N. - VEIGA, J.S.M. - 1960-1962 - Aplicabilidade dos Métodos Indicadores - Óxido Crômico e Cromogênios - para a Determinação da Digestibilidade Aparente, em Zebu (*Bos indicus*). Rev. Fac. Med. Vet. S. Paulo, 6 (4):401-433

BLOOM, S. - JACOBSON, N.L. - ALLEN, R.S. - Mc GILLIARD, L.D. - HOMER, P.G. - 1957 - Effects of Various hay: Concentrate Rations On Nutrient Utilization and Production Response of Dairy Cows. II - Observations on Ration Digestibility and on the Excretion Pattern of Chromic Oxide. J. Dairy Sci., 40 (3):240-251

BRANNON, W.F. - REID, J.T. - MILLER, J.I. - 1954 - The Influence of Certain Factors upon the Digestibility and Intake of Pasture Herbage by Beef Steers. J. Anim. Sci., 13 (3):535-542

COOK, C.W. - HARRIS, L.E. - STODDART, L.A. - 1948 - Measuring the Nutritive Content of a Foraging Sheep's Diet under Range Conditions. J. Anim. Sci., 7 (2):170-180

COUP, M.R. - 1950 - The Measurement of Feces Output. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod., 10:3

CRAMPTON, W.W. - JACKSON, I.R.C. - 1941 - Pasture Studies. XXII. Dry Matter Defecation as an Index of Forage Intake by Grazing Steers. Sci. Agric., 22:242-249



GARRIGUS, W.P. - RUSK, H.P. - 1939 - Some Effects of the Species and Stage of Maturity of Plants on the Forage Consumption of Grazing Steers of Various Weights. Bull. Ill. agric. Exp. Sta. n. 454

HARDISON, W.A. - LINKOUS, W.N. - ENGEL, R.W. - GRAF, G.C. - 1959 - Observations on the Use of Chromic Oxide for Estimating the Fecal Output of Dairy Animals. J. Dairy Sci., 42 (2):346-352

HARDISON, W.A. - REID, J.T. - 1953 - Use of Indicators in the Measurements of the Dry Matter Intake of Grazing Animals. J. Nutr., 51 (1):35-52

KANE, E.A. - JACOBSON, W.C. - ELY, R.E. - MOORE, L.A. - 1953 - The Estimation of the Dry Matter Consumption of Grazing Animals by Ratio Techniques. J. Dairy Sci., 36 (6):637-644

LANCASTER, R.J. - 1949 - The Measurement of Feed Intake of Grazing Cattle and Sheep. I. A Method of Calculating the digestibility of Pasture Based on the Nitrogen Content of Faeces Derived from the Pasture. N.Z.J. Sci. Tech. (Section A), 31 (1): 31-38

LANCASTER, R.J. - COUP, M.R. - PERCIVAL, J.C. - 1953 - Measurement of Feed Intake by Grazing Cattle and Sheep. III. Marker Technique for Investigating the Faeces Output of Grazing Cows. N. Z. J. Sci. Tech. (Section A), 35 (2):117 - 126

- MURDOCK, F.R. - HODGSON, A.S. - MILLER, V.L. - KIMURA, F. - 1957 -  
Observations on the Application of the Chromic Oxide Technique  
to Pasture Nutrition Studies. J. Dairy Sci., 40 (6):618
- PUTNAM, P.A. - LOOSLI, J.K. - WARNER, R.G. - 1958 - Excretion of  
Chromium Oxide by Dairy Cows. J. Dairy Sci., 41 (12): 1723-  
1729
- REID, J.T. - 1952 - Indicator Methods, their Potentialities and Li  
mitations. Int. Grassld. Congr., 6. Pa., 2:1334-1339
- REID, J.T. - WOOLFOLK, P.G. - HARDISON, W.A. - MARTIN, C. M. -  
BRUNDAGE, A.L. - KAUFMANN, R.W. - 1952 - A Procedure for Mea  
suring the Digestibility of Pasture Forage Under Grazing Condi  
tions. J. Nutr., 46 (2):255-269
- REID, J.T. - WOOLFOLK, P.G. - RICHARDS, C.R. - KAUFMANN, R.W. -  
LOOSLI, J.K. - TURK, K.L. - MILLER, J.I. - BLASER, R.E. - 1950 -  
A new Indicator Method for the Determination of Digestibility  
and Consumption of Forages by Ruminants. J. Dairy Sci., 33  
(1):60-71.
- SCHÜRCH, A.F. - LLOYD, L.E. - CRAMPTON, E.W. - 1950 - The use of  
Chromic Oxide as an Index for Determining the Digestibility of a  
Diet. J. Nutr., 41 (4):629-636

SMITH, A.M. - REID, J.T. - 1955 - Use of Chromic Oxide as an Indicator of Fecal Output for the Purpose of Determining the Intake of Pasture Herbage by Grazing Cows. J. Dairy Sci., 38 (5): 515-524